



## FICHA TÉCNICA

## CONDUÇÃO ECONÓMICA E ECOLÓGICA

**Níveis GDE:** **Nível 1** – Nível Atitudinal; **Nível 2** – Nível Estratégico; **Nível 3** – Nível Tático

**Temas Transversais** **Tema 5** – Conhecimento das Regras de Trânsito  
**Tema 6** – Domínio das Situações de Trânsito  
**Tema 7** – Controlo do Veículo

**Síntese informativa:**

- Conceitos de economia e ecologia na condução
- Legislação aplicável
- Fatores que influem na economia da condução e estilos de condução
- Planeamento e seleção de percursos
- Momentos de poupança
- Configuração do veículo, manutenção e boas práticas
- Monitorização do consumo
- Desperdício energético e factos sobre consumo

## SUGESTÕES DE OPERACIONALIZAÇÃO

## FORMAÇÃO TEÓRICA

**Nível 1** – Nível Atitudinal – Conhecimentos Básicos de Segurança Rodoviária

Objetivos	Métodos e Recursos
Compreender a necessidade de condução económica e ecológica como forma de contribuir para melhoria das condições de habitabilidade na terra e diminuição de dependência de energias poluentes	Método expositivo Método interrogativo Método ativo Grupos de discussão

**Nível 2** – Nível Estratégico – Planificação e Preparação de Viagens

Objetivos	Métodos e Recursos
Compreender a necessidade de planificar viagens ecológicas	Método expositivo Método interrogativo Método ativo Grupos de discussão

**Nível 3 – Nível Tático – Regras de Trânsito e Sinais e Comportamento Dinâmico do Veículo**

<b>Objetivos</b>	<b>Métodos e Recursos</b>
Compreender a necessidade de aplicação de técnicas para uma condução mais equilibrada do ponto de vista energético	Método expositivo Método interrogativo Condução comentada Veículo de instrução

Portaria n.º 536/2005, de 22 de Junho

Cap. I, Sec. I., III - 4

**FORMAÇÃO PRÁTICA****Nível 3 – Nível Tático – Domínio das Situações de Trânsito**

<b>Objetivos</b>	<b>Métodos e Recursos</b>
Aplicar técnicas de condução mais equilibrada do ponto de vista energético	Veículo de instrução

**Nível 4 – Nível Operacional – Controlo do Veículo**

<b>Objetivos</b>	<b>Métodos e Recursos</b>
Utilizar a caixa de velocidade tendo em conta a necessidade de executar uma condução ecológica e económica	Veículo de instrução

Portaria n.º 536/2005, de 22 de Junho

Cap. II, Sec. II., 3.12



## CONDUÇÃO ECONÓMICA E ECOLÓGICA



### ECONOMIA E ECOLOGIA

A preocupação com a economia na condução de veículos verifica-se em todos os tipos de meios de transporte, sobretudo nos que dependem do petróleo como fonte de energia para locomoção.

A poluição é um dos principais aspetos dos quais derivam as normas, a legislação e a preocupação generalizada com a economia de combustíveis fósseis poluentes. Os produtos derivados do petróleo, quando queimados, libertam emissões poluentes que influem negativamente no ecossistema do planeta.

Entre as emissões poluentes importantes, está o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que tem um contributo importante no fenómeno que é prejudicial para o ecossistema terrestre e que ficou conhecido como “efeito de estufa”. Este fenómeno traduz-se numa elevação da temperatura média da atmosfera terrestre, pela retenção na atmosfera dos raios solares refletidos na superfície terrestre, com as mais variadas implicações que isso comporta para os seres-vivos do planeta.



O Protocolo de Quioto em 1997, lavrado no seguimento da Toronto Conference on the Changing Atmosphere (1988), e a Conferência de Copenhaga sob os auspícios da ONU (2009) tentaram estabelecer um calendário para a redução de emissões com efeito de estufa, inicialmente por parte dos países desenvolvidos e, nesta última, para todos os países do mundo. Foram propostas diversas medidas importantes, entre elas:

- **Reforma dos setores da energia e dos transportes;**
- **Promoção de fontes de energia renováveis;**
- **Redução de emissões e captura do CO<sub>2</sub>.**

O conjunto das energias renováveis e não-poluentes não é hoje, ainda, suficiente nem sequer está adaptado ao mercado automóvel para uma utilização do tipo autossuficiente em larga escala, não obstante alguns passos que foram já dados em direção aos veículos elétricos, muito eficientes do ponto de vista energético e não-poluentes.

A economia no consumo dos combustíveis tem, pois, impactos muito importantes na sociedade e no mundo, de diversas ordens: um impacto ecológico (no ecossistema), um impacto económico e social propriamente dito, como fonte de energia escassa que é, e ainda um impacto financeiro, que se traduz na riqueza dos que produzem e lucram com a energia versus o empobrecimento progressivo dos que dependem da fonte de energia.

Porque estes são valores maiores, a economia no consumo de combustíveis tem hoje um relevo muito acentuado e é a direção a seguir.

### **LEGISLAÇÃO E NORMAS “EURO 5” E “EURO 6”**

A legislação que vai sendo emitida pelos estados da Europa e de grande parte do mundo vai ao encontro das sensibilidades ambientais. Por exemplo, os veículos que emitem maior quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> têm uma carga fiscal mais agravada do que os veículos mais “ecológicos”, ou seja, menos poluentes. Mas, não é só o CO<sub>2</sub> que influi negativamente no ecossistema terrestre.



Com o fim de limitar, tanto quanto possível, o impacto ambiental negativo dos veículos rodoviários no ambiente e na saúde, o Regulamento “CE 715/2007” do Parlamento Europeu, de Junho de 2007, introduziu novos requisitos comuns relativos às emissões de veículos a motor. O Regulamento abrange uma gama vasta de emissões poluentes: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) e partículas. Esse rol de emissões inclui as emissões de escape, as emissões por evaporação e as emissões do cárter.

O óxido de azoto, libertado pelo escape dos automóveis, é responsável pela formação de ozono (O<sub>3</sub>) na troposfera, um gás tóxico suscetível de causar problemas graves à saúde pública, nomeadamente problemas respiratórios. Contrariamente ao ozono da estratosfera, que protege o planeta das radiações ultravioletas, este gás quando libertado a baixa altitude é nefasto ao ser-humano que o inala e é produzido por combinação com o oxigénio, na presença de temperaturas elevadas, sobretudo em dias quentes.

O monóxido de carbono é também um gás libertado pelo escape dos automóveis, muito venenoso para o organismo humano. Quando inalado, em contacto com a hemoglobina, faz o sangue perder a capacidade para transportar oxigénio. Em grandes concentrações, o gás mata por asfixia.

Prevê o Regulamento referido que, a partir da entrada em vigor das normas “Euro 5” e “Euro 6”, os Estados-Membros devem recusar a homologação, a matrícula, a venda e a entrada em circulação dos veículos que não respeitem os limites de emissão.

## **CONDUÇÃO ECONÓMICA E ECOLÓGICA**

A eficiência energética depende de diversos fatores, desde a eficiência do motor, a quantidade total de massa transportada, os coeficientes de resistência aerodinâmica e de rolamento (Fator Veículo), até aos fatores externos tais como o declive e as curvas (Fator Via) ou o vento e o congestionamento do trânsito (Fator Ambiente).

O estilo de condução (Fator Humano), por parte do condutor do veículo, é outra parte fundamental que tem de ser tida em conta na equação final do consumo energético, uma vez que o condutor é o principal elemento que mais faz variar o consumo e as emissões libertadas.



Designa-se como condução económica e ecológica a prática de uma condução que vise a deslocação do veículo com recurso à menor quantidade de energia, com o menor desgaste mecânico e com o menor impacto ambiental.

**Os principais indicadores duma condução económica e ecológica são:**

- Os níveis de consumo obtidos;
- Os níveis de emissões (CO<sub>2</sub> nomeadamente);
- O desgaste mecânico.

Normalmente, para um mesmo veículo, estes indicadores estão inter-relacionados.

A importância duma condução económica e ecológica é amplificada, ainda, pela sua relação íntima com a prática duma condução defensiva, uma vez que os princípios são basicamente os mesmos.

## **FATORES QUE INFLUENCIAM NA ECONOMIA DA CONDUÇÃO**

Para além dos valores de eficiência energética de referência de cada veículo e dos fatores externos ao veículo, a prática duma condução económica e ecológica exige a observância de certos princípios importantes.

**A condução económica e ecológica depende de alguns fatores fundamentais:**

- **Estilo de condução;**
- **Escolha do percurso;**
- **Momentos de poupança;**
- **Configuração do veículo;**
- **Manutenção do veículo e boas práticas.**



## ESTILO DE CONDUÇÃO

- **A condução agressiva** é o principal fator de ineficiência energética na condução e desgaste mecânico. Deve agir-se com suavidade e progressividade na prática da condução. Tal como o travão, o acelerador deve ser operado com progressividade e não como um “interruptor” de acionamento tipo “on / off”. Usar calçado confortável com sola baixa pode ajudar à sensibilidade sobre o pedal.
- **Aceleração.** Para obter uma aceleração superior, é necessária mais força e, por conseguinte, um consumo energético maior. Um veículo consome mais energia a acelerar até uma dada velocidade do que a mantê-la (leis da inércia e da dinâmica). A força necessária para acelerar uma massa é igual à quantidade da massa vezes a intensidade da aceleração. Por outro lado, as acelerações intensas – lineares e angulares – desgastam mais as componentes mecânicas do veículo: pneus, embraiagem e amortecedores, sobretudo.
- **Velocidade.** A resistência aerodinâmica, principal fator de resistência, aumenta em dependência quadrática do aumento da velocidade. Devem respeitar-se os limites de velocidade. Por outro lado, a velocidade deve ser mantida estável por períodos mais longos, ou seja, com menores variações possíveis. Usar o “cruise control” em autoestrada, nos automóveis equipados com o sistema, é prática que beneficia o consumo.
- **Travagem.** A travagem reduz a energia cinética do veículo. Deve evitar-se travar de forma e com frequência excessivas, uma vez que se torna necessária mais energia adicional para que o veículo adquira a mesma quantidade de energia que tinha antes da travagem.
- **Velocidade do motor.** Deve manter-se a velocidade do motor o mais baixa possível, usando mudanças mais altas que confirmam baixa rotação. Deve-se usar o tacómetro (“conta-rotações”) para monitorizar a velocidade do motor.
- **Distância de segurança.** Deve manter-se uma distância maior entre veículos, evitando travar forte próximo do veículo da frente, perante o sinal vermelho ou o abrandamento do trânsito precedente. A travagem deve ser progressiva e calculada.



Se o veículo da frente travar, deve desacelerar-se e não pisar imediatamente o pedal do travão.



## ESCOLHA DO PERCURSO

- **Planeamento da rota.** É recomendável fazer um planeamento da rota, antes de iniciar uma viagem. Um bom planeamento pode ser feito com a ajuda de mapa, preferencialmente atualizado em tempo real, com informação sobre obras, congestionamentos e outros constrangimentos à circulação.

A utilização de aparelhos GPS no interior do veículo é uma solução moderna eficaz. Basicamente, devem evitar-se percursos congestionados ou percursos demasiado longos. Devem escolher-se, sempre que possíveis, tempos de saída estratégicos com vista a evitar as grandes afluências de tráfego das “horas de ponta”, bem como calcular o tempo de viagem e sair, com a antecedência possível, para evitar atrasos e compensar eventuais avarias e/ou acidentes.

Os percursos muito congestionados, nomeadamente em cidade, são os mais ineficientes do ponto de vista energético e os que maior desgaste mecânico provocam. Por vezes, é preferível optar-se por percursos em cuja distância a percorrer seja marginalmente maior, para evitar assim as situações do “para-arranca” ineficientes.





- **Declives.** Se possível, deve optar-se por circular em vias mais planas e com menos declives. Durante uma subida, o motor consome mais energia para vencer o peso tangencial necessário para avançar. Na subida, o peso tangencial é a componente do peso paralela ao plano, de sentido contrário ao deslocamento.

## MOMENTOS DE POUPANÇA

- **Energia da descida.** Usar a energia favorável da descida (potencial gravítica) para poupar combustível. O peso tangencial é uma força que ajuda o veículo a manter a velocidade aliviando o trabalho do motor. Se a descida não for muito íngreme, pode colocar-se a manete da caixa de velocidades em “ponto-morto” (em veículos com caixa manual), deixando o motor a trabalhar ao ralenti sem travar.
- **Travagem com o motor.** Em situações em que a velocidade tende a aumentar mais do que o desejado e/ou permitido, deve engatar-se uma mudança que produza alguma força e deixar o efeito “travão motor” limitar e/ou reduzir a velocidade. Os veículos modernos como motor a injeção possuem um sistema – “Deceleration Fuel Shutt-off” – que corta a alimentação do combustível em situação de não aceleração, possibilitando que o veículo trave com a forma do motor com um consumo instantâneo nulo, porém à custa de um consumo total marginalmente superior para um percurso misto de plano inclinado e não inclinado.
- **Resistência aerodinâmica.** Deve manter-se, sempre que possível, as janelas do veículo fechadas, para evitar a resistência aerodinâmica adicional causada pela turbulência. A turbulência é uma manifestação de resistência aerodinâmica.
- **Aparelhos elétricos.** Deve reduzir-se a utilização do ar-condicionado e de outros equipamentos e sistemas elétricos que consomem quantidades significativas de energia produzida pelo motor e pelo alternador.
- **Sobreaquecimento.** Deve estacionar-se o veículo em zonas menos expostas ao sol para evitar sobreaquecimento do habitáculo e a evaporação do combustível. Em situações de sobreaquecimento do interior, deve circular-se de janelas abertas, antes de ligar o ar-condicionado, para reduzir o consumo excessivo. O excesso de calor inicial é dissipado com maior eficiência pelas janelas abertas.



- **Ralenti.** Devem evitar-se períodos de ralenti prolongados no trânsito. Sempre que é previsível uma paragem do veículo durante mais de 30 segundos, deve desligar-se o motor. O motor a trabalhar com o veículo imobilizado significa um gasto energético inútil e ineficiente. Devem calcular-se os tempos da sinalização luminosa.
- **Arranque.** Deve manter-se uma rotação mais baixa, no arranque a frio, até o motor aquecer. Ao arrancar em terrenos planos, isto é, sem declive, ao ligar o motor ainda frio, não deve deixar aquecê-lo ao ralenti, durante mais de 30 segundos; se o arranque é em subida, deixar o motor aquecer durante um pouco mais tempo, uma vez que a frio menos energia convertida no motor está disponível para mover o veículo.

## CONFIGURAÇÃO DO VEÍCULO

- **Número de passageiros.** Deve transportar-se um maior número de passageiros por cada veículo, para um universo de passageiros a deslocar no mesmo trajeto. Transportar um único passageiro num automóvel normal representa um custo energético muito elevado, comparado com outros meios de transporte.
- **Pneus.** Não devem usar-se pneus de medidas superiores às originais para não aumentar a resistência que provoca um aumento do consumo.
- **Apêndices aerodinâmicos.** Devem evitar-se as componentes físicas ou apêndices aerodinâmicos, tais como spoilers ou asas, usadas no “tuning” automóvel, porque aumenta a resistência aerodinâmica.
- **Carga exterior.** Evite-se transportar carga exterior. O volume adicional no exterior do veículo degrada o coeficiente aerodinâmico com o qual o veículo foi projetado, situação que aumenta de forma muito significativa a resistência aerodinâmica.
- **Massa.** Deve reduzir-se a massa desnecessária para o percurso a efetuar. A massa é um fator de resistência, em aceleração sobretudo (inércia), mas também em velocidade constante. O aumento da resistência de rolamento é proporcional ao aumento do peso.



## MANUTENÇÃO E BOAS PRÁTICAS

- **Evaporação.** Para evitar evaporação despicienda, deve manter-se o tampão do reservatório de combustível bem fechado.
- **Pneus.** Não circular com pressão de ar baixa nos pneus. Uma pressão mais baixa aumenta a resistência de rolamento. Deve verificar-se a pressão dos pneus pelo menos 1 vez por mês.
- **Conservação.** Manter um bom estado de conservação do veículo. Uma afinação mecânica deficiente aumenta sobremaneira o consumo e as emissões poluentes, pela redução da eficiência do motor. O filtro do ar sujo, as velas em mau estado de conservação ou um sensor de O<sub>2</sub> avariado podem tornar a mistura de combustível mais rica e, por conseguinte, tornar o motor ineficiente, aumentando o consumo.
- **Óleo.** Não usar óleo lubrificante com índice de viscosidade superior à recomendada pelo fabricante. Uma viscosidade maior proporciona uma lubrificação menos eficiente, aumentando o atrito interno nas peças móveis do motor e o consumo.
- **Combustível.** Usar combustível com um índice de octana de referência adequado ao veículo. Combustíveis com índices de octana elevados são mais caros e não resultam numa maior eficiência em veículos normais de motor com baixa taxa de compressão.
- **Computador de bordo.** Em viagens longas, deve usar-se o computador, se disponível, para monitorizar os consumos, e o “cruise control” para manter velocidade constante, sempre que as condições de tráfego e meteorológicas o permitam.
- **Trajetos curtos.** Evitar usar o automóvel em trajetos curtos, sobretudo quando é possível deslocar-se a pé ou, não o sendo, em transportes públicos coletivos (mais eficientes por passageiro), para o mesmo trajeto pretendido. O consumo com o motor a frio é consideravelmente maior, o que se ressentirá mais em distâncias curtas. Não trazer o automóvel para o centro das cidades.



- **Veículos eficientes.** Devem preferir-se veículos mais eficientes do ponto de vista energético, com valores baixos de consumos e emissões. O ideal é adquirir e operar veículos elétricos, ou então veículos com motor de combustão mais eficientes, incluindo híbridos (motor de combustão + motor elétrico).
- **Veículos sem motor.** A deslocação em veículos sem motor, como por exemplo a bicicleta, é sempre preferível aos veículos motorizados, especialmente para trajetos curtos e planos. Sempre que possível, deve andar-se a pé, uma vez que a atividade física não polui o ambiente, reduz a dependência em relação aos combustíveis fósseis, e traz grandes benefícios para a saúde.

## MONITORIZAÇÃO DO CONSUMO

Nos veículos equipados com computador de bordo, é possível o condutor aferir com facilidade acerca da eficiência económica da condução, nomeadamente através dos indicadores de consumo médio e de consumo instantâneo. O consumo médio obtém-se dividindo o volume de combustível consumido (em litros) pela distância percorrida (em km), normalmente apresentado em unidades de l/100km. O consumo instantâneo é a medida do consumo num instante de tempo, ou seja o caudal de consumo no instante. O consumo total ou absoluto representa o volume final consumido (em litros), após percorrida uma certa distância.

Em veículos não equipados com este tipo de equipamento digital, consegue saber-se o valor do consumo médio, dividindo a quantidade de combustível consumido pela distância percorrida.

A utilização do tacómetro (“conta-rotações”) para controlar a velocidade do motor, em número de rotações por minuto (rpm), pode ajudar a manter o consumo em níveis baixos, usando uma gama de rotações baixas, e sem necessariamente superar o regime de binário máximo do motor.



Fig. - Instrumentos principais indicadores do consumo do veículo



## EFICIÊNCIA EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Um automóvel com motor de combustão interna é alimentado pela energia química conservada no combustível e funciona num processo de conversão. A combustão é conhecida como o processo termodinâmico no qual a energia contida no combustível, em presença dum oxidante (ar) e sob grande pressão, é convertida em energia térmica no momento da explosão. Por sua vez, essa quantidade de energia térmica é convertida em energia cinética (energia do movimento), durante a expansão, quando a explosão força o pistão a deslocar-se linearmente no interior do cilindro.

Complementarmente, a força produzida pelo pistão durante o tempo de expansão é convertida em torque (binário), na manivela do motor (cambota). Assim, o movimento retilíneo de “vaivém” do pistão é transformado em movimento circular do eixo da(s) manivela(s). É este movimento circular que, por transmissão às rodas, faz mover o veículo. A esta força motriz aplicada sobre o piso chama-se tração.

A eficiência energética traduz a relação entre o volume de energia que entra no sistema (input) e o volume de energia que sai (output). Se entrar no motor uma dada quantidade de energia e sair pouca, o motor é pouco eficiente. Os motores de combustão interna são, regra geral, pouco eficientes, ou seja consomem muita energia para desenvolver uma certa quantidade de trabalho. Dentro dos motores de ciclo de 4 tempos, os *diesel*, de ignição por compressão, são mais eficientes do que os motores a gasolina, de ignição por faísca.

O diferencial de eficiência entre tipos de motores deve-se, sobretudo, à taxa de compressão volumétrica favorável no ciclo termodinâmico dos *diesel* (taxas de 15-20:1 contra apenas 8-12:1 na gasolina) e longo curso do pistão, o que traduz uma compressão e expansão superiores, a temperaturas mais elevadas.

Por outro lado, para o mesmo volume de combustível consumido, o *diesel* é sempre mais energético, pelo que a explosão e expansão no *diesel* são, também por isto, mais energéticas do que nos motores a gasolina. A densidade energética do *diesel* (energia por unidade de volume) é maior, de cerca de 10,7kWh/l contra 9,7kWh/l da gasolina. Esta densidade energética superior traduz um consumo menor de combustível (em unidades de volume) para o mesmo débito energético absoluto, o que permite desenvolver mais trabalho e percorrer distâncias maiores com menos volume de combustível.



É regra geral os motores *diesel* desenvolverem valores de torque ou binário (Força x raio) maiores do que os de gasolina, por causa da maior força linear dos pistões no tempo de expansão e pelo maior raio das manivelas. Por sua vez, os motores a gasolina têm manivelas de raio mais curto, sendo, por isso, mais propensos à rotação e a valores de potência específica superiores. A potência é o caudal energético, ou seja, a rapidez com que o motor consome energia, e é igual à força produzida vezes a velocidade do motor (rotação).

O consumo varia na razão direta da potência, ou seja, para o mesmo motor, quanto maior for a potência desenvolvida pelo motor maior será o consumo.

### CONSUMO E MEDIDAS

Para aferir a eficiência dum meio de transporte, não é significativo saber apenas o consumo absoluto, isto é, o volume de energia (combustível) total consumido, em litros. É necessário relacionar o consumo com a distância percorrida. Uma das medidas usuais para o consumo é a relação entre o volume consumido, em litros, e a distância percorrida, em quilómetros, ou seja:

$$\text{consumo} = \frac{\text{volume}}{\text{distância}}$$

A unidade resultante é o litro por quilómetro (l/km). Normalmente usa-se, como referência, o número de litros de combustível consumidos por cada 100 quilómetros percorridos (l/100km), bastando multiplicar por 100 ao valor do consumo obtido na fórmula acima apresentada. Os veículos de combustão mais eficientes podem consumir entre 3 e 5 litros de combustível aos 100km em condições ideais. Em cidade o valor aumenta bastante.



A unidade de energia mais usual para os transportes é o quilowatt-hora (kWh), que representa a potência (em kW) vezes o tempo (em horas). Ora, para calcular a energia total consumida por um automóvel, em unidades de energia, num determinado percurso, basta multiplicar o consumo de combustível (em l/km), pela distância percorrida (em km) e pela densidade energética (em kWh/l):

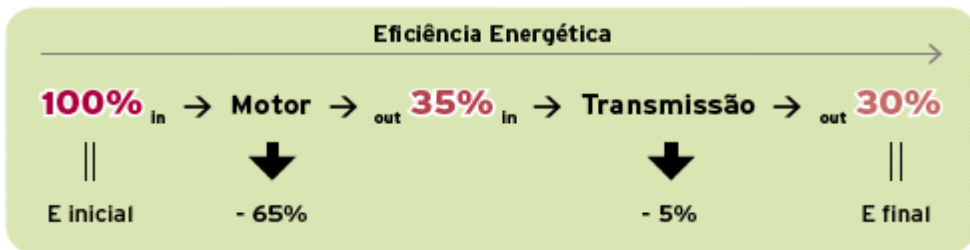
$$\text{energia} = \text{consumo}_{(l/km)} \times \text{distância}_{(km)} \times \text{densidade}_{(kWh/l)}$$

**Um exemplo:** imagine-se que um automóvel *diesel* consome 5 litros de combustível por cada 100km percorridos. Tendo o *diesel* uma densidade energética de 10,7kWh/l, pode calcular-se o consumo energético duma deslocação de 50km:

$$E = \frac{5l}{100 \text{ km}} \times 50 \text{ km} \times \frac{10,7 \text{ kWh}}{l} = 26,75 \text{ kWh}$$

Para percorrer 50km, o motor consome 26,75kWh. Porém, apenas uma pequena parte é aproveitada para fazer mover o veículo, devido sobretudo à baixa eficiência da cadeia de conversão de energia. Cerca de 65% da energia química do combustível que entra no sistema é consumida pelo motor em calor por perdas de energia térmica, o que resulta numa eficiência de apenas 35%. Destes 35% que passam pela transmissão cerca de 5% são perdidos em atrito interno. Ou seja, no final, apenas 30% da energia inicial é usada para realizar trabalho a mover o veículo. O resto é perdido. Por isto se afirma que os veículos com motor de combustão interna são ineficientes.

Uma boa medida do custo energético dum meio de transporte resulta da divisão da **energia** consumida (kWh) pela **distância** percorrida pelos **passageiros** transportados (ou pkm), ou seja:





Uma boa medida do custo energético dum meio de transporte resulta da divisão da **energia** consumida (kWh) pela **distância** percorrida pelos **passageiros** transportados (ou pkm), ou seja:

$$\text{custo}_e = \frac{\text{energia}_{(\text{kWh})}}{\text{distância}_{(\text{km})} \times \text{passageiros}}$$

Daqui resulta que transportar mais passageiros num mesmo veículo, para o mesmo percurso, tem um custo energético menor do que transportar os mesmos passageiros em veículos independentes.

Uma outra medida, usada para aferir a eficiência dum veículo de combustão e o seu impacto ecológico, nomeadamente na atmosfera, é a quantidade de emissões que liberta, ou seja a relação entre a quantidade de CO<sub>2</sub> libertado pelo escape (em gramas) e a distância percorrida (em quilómetros):

$$\text{emissões} = \frac{\text{CO}_2 \text{ (g)}}{\text{distância}_{(\text{km})}}$$

Atualmente, há já muitos veículos em circulação com índices de emissões de CO<sub>2</sub> da ordem das 100g/km. Há uma tendência generalizada para os impostos penalizarem os veículos e máquinas menos eficientes e mais poluentes. O Imposto sobre Veículos (ISV) penaliza os menos eficientes.

Os motores a gasolina, apesar de serem menos eficientes, produzem normalmente maior quantidade de emissões CO<sub>2</sub>. Por outro lado, os motores *diesel* produzem outras emissões poluentes adicionais tais como NO<sub>x</sub> e partículas (fuligem). Os primeiros poderão ser mais indicados para uma utilização essencialmente realizada em cidade, por questões ambientais.





### 13. DESPÉRDICIO ENERGÉTICO E FACTOS SOBRE CONSUMO

- A condução agressiva pode aumentar o consumo até 40%;
- Em cidade, cerca de 50% da energia é consumida em manobras de aceleração;
- O ar-condicionado pode consumir até 10% da energia produzida pelo motor;
- Uma “sonda lambda” avariada no motor pode aumentar o consumo em 40%;
- Circular com 1 PSI abaixo da pressão de ar recomendada nos pneus equivale a um aumento do consumo de até +3%;
- De acordo com o US Department of Energy, mais de 550 milhões de litros de combustível nos EUA são evaporados pelo tampão de combustível, anualmente;
- O motor diesel é 15 a 30% mais eficiente que o motor a gasolina;
- Os motores elétricos atingem níveis de eficiência energética próximos dos 100%, sendo a melhor tecnologia. Um motor diesel apenas consegue obter uma eficiência de 35%, o que significa que 65% da energia é consumida em calor, sendo desperdiçada diretamente pelo escape e por condução térmica no bloco metálico do motor;
- Transportar 1 única pessoa num automóvel representa o triplo do custo energético, por quilómetro por passageiro, do custo dum avião Airbus A380 cheio de passageiros. Ex. valores de energia (kWh) consumida por passageiro por quilómetro percorrido (pkm):
  - Automóvel (1 passageiro) = 0,8 kWh/pkm
  - Avião comercial “Airbus A380” (500+ passageiros) = 0,27 kWh/pkm
  - Automóvel (4 passageiros) = 0,2 kWh/pkm
- Quando o motor está frio, quase toda a energia convertida dentro do motor é consumida por condução térmica, servindo apenas praticamente para aquecer o bloco metálico do motor. Pouca energia é aproveitada para realizar trabalho no pistão e, por conseguinte, para produzir a força ou o binário necessários para fazer movimentar o veículo. O motor frio está em baixa eficiência térmica e por isso mais propenso a ir abaixo, até a temperatura de funcionamento aumentar e as perdas de calor por condução térmica passarem a ser mínimas. Para a mesma potência, o consumo com o motor frio é sempre maior;
- Substituir o automóvel nas cidades por bicicletas é uma solução económica que não polui e traz benefícios à saúde pública;
- Trazer diariamente o automóvel para as cidades representa um custo energético muito significativo, uma degradação despicienda do poder económico das famílias, um aumento da poluição e, a longo prazo, uma ampliação do “efeito de estufa”. É preferível usar os transportes públicos em deslocações normais.